

주니어 투수들의 팔꿈치 안쪽 결인대 손상이 상지 근육의 최대등척성수축력 차이에 미치는 영향

장세홍, 김동희*
전남대학교 체육교육과

Effects of Elbow Ulnar Collateral Ligament Injury on Differences in Maximal Isometric Strength of Upper body in Young Baseball Pitchers

Sehong Jang, Donghee Kim*

Department of Physical Education, Chonnam National University

요약 투수들의 경기력은 야구경기에서 아주 중요한 역할을 하는데 많은 투수들은 염좌 인대손상 등 많은 상해에 시달린다. 이러한 이유는 한 관절을 움직일 때 사용되는 주요한 두 가지 근육의 근력 차이가 클수록 부상의 위험성이 높아지기 때문이다. 하지만 이와 관련된 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 야구선수들을 대상으로 팔꿈치 안쪽 결인대 통증이 있는 선수들과 통증이 없는 선수들의 투구 동작에 관련된 최대 등척성 수축력의 차이를 알아보려고 하였다. 실험기간은 2주간으로 모든 실험참가자들의 측정이 실시되었다. 실험참가자들(n=36)은 통증이 있는 통증군 (n=18)과 통증이 없는 정상군 (n=18)으로 나뉘어 최대 등척성 수축력을 어깨관절 안쪽과 바깥돌림근, 팔꿈굽힘근과 펴근, 손목굽힘근과 펴근에서 측정하였고 그 후 근육그룹간 근력의 차이를 계산하였다. 모든 데이터는 SPSS 18.0을 이용하여서 독립 t-test를 이용하여서 분석되었다. 연구 결과는 통증군의 바깥돌림근 ($p = 0.035$), 팔꿈굽힘근 ($p=0.031$), 팔꿈펴근 ($p=0.041$)은 정상군보다 유의하게 낮았고 손목펴근 ($p=0.047$)은 정상군보다 유의하게 높았다. 그리고 통증군의 어깨관절 안쪽과 바깥돌림근($p = 0.008$), 팔꿈관절 굽힘근과 펴근 ($p = 0.002$), 손목관절의 굽힘근과 펴근의 ($p = 0.032$) 최대등척성수축력의 차이가 정상군보다 유의하게 높게 나타났다. 연구 결과 통증군의 최대등척성수축력의 차이가 높게 나타나서 부상이 발생한다고 보고하였다. 그러므로 이러한 근력의 불균형 문제를 해결한다면 부상에서 회복하고 더불어 경기력 향상을 이룰 수 있게 된다고 사료된다.

Abstract Many pitchers suffer from various types of injury (distortion, sprain and so on). The rate of injury is increased if there are differences in strength between the extensor and flexor muscles when a joint movement is performed with maximum speed. However, there has been insufficient research into the injury caused by strength differences between the extensor and flexor muscles. Thus, the purpose of the study was to examine the effects of elbow ulnar collateral ligament injury on the maximal isometric strength in young baseball pitchers. The data collection was conducted for 2 weeks. The subjects (n=36) who participated in this study were placed into either the injury group (n = 18, IG) or normal group (n = 18, NG). The maximal isometric strength for the pectoralis major (PM), infraspinatus (I), biceps brachii (BB), triceps brachii (TB), flexor carpi radialis (ECR) and extensor carpi radialis (FCR) muscles were determined by an isometric strength machine (K-DFX) and then the differences in strength were calculated by muscle group. All of the data were analyzed by SPSS 18.0 with the independent t-test. In the results, the maximal isometric strengths in the IG for the I ($p=0.035$), BB ($p=0.031$) and TB ($p=0.041$) were significantly lower than those in the NG, while that for the ECR ($p=0.047$) was significantly greater. In addition, the differences of the maximal isometric strength between the PM and I ($p = 0.008$), BB and TB ($p = 0.002$), and FCR and ECR ($p = 0.032$) in the IG were significantly greater than those in the NG. In conclusion, the differences in muscle strengths of the subjects in the IG were greater than those in the NG, which suggests that they might have a higher injury rate in the future. However, they might be able to recover from their injury and achieve better performance if the differences in strength were reduced by training.

Keywords : elbow injury, baseball, pitchers, maximal isometric strength, strength differences

*Corresponding Author : Donghee Kim(Chonnam National University)

Tel: +82-62-530-2560 email: secor@hanmail.net

Received August 4, 2016

Revised (1st September 27, 2016, 2nd October 4, 2016)

Accepted October 7, 2016

Published October 31, 2016

1. 서론

야구 경기에서 던지기 동작은 야수의 송구(throwing)와 투수의 투구(pitching)으로 나눌 수 있으며, 특히 투수의 능력은 야구 팀의 승패를 결정하는 큰 역할이 될 수 있다[1].

투수들은 직구나 커브와 같이 공의 속도나 구질을 다르게 하기 위해서 각각 다른 팔 동작으로 투구를 해야 한다[2]. 즉, 원하는 구질을 얻기 위해서는 팔 동작이 다양한 방법으로 다르게 행해져야 한다는 것이다[2]. 투구 시 공 속도의 전체 40%는 하체의 스텝과 몸통 동작에 의해 발생되고, 나머지 부분은 어깨와 팔꿈치 관절에 의해 발생된다[3]. 공을 던질 때에 다리(발목관절, 무릎관절, 고관절)에서 몸통으로 전해질 때 최고 속도를 이루고, 몸통에서 상지(어깨관절, 팔꿈치관절, 손목관절)로 전해질 때는 다리에서 전해져 온 몸통의 최고 속도는 감속하고 상지부에서는 최고 속도를 이루면서 공을 던지게 된다[4]. 하지만 이러한 과정에서 에너지가 충분하지 않은 상태에서 공의 속도를 빠르게 유지하고자 하면 어깨와 팔꿈치에 무리가 될 수 있다고 한다[5]. 이러한 이유로 투수가 빠르고 다양한 투구를 할 때 팔과 어깨가 매우 중요하다는 것을 제시할 수 있을 것이라 생각된다.

야구 선수들 중에서도 투수라는 포지션은 스포츠 손상이 가장 많이 발생되고 있으며[6], 그 중 어깨와 팔꿈치 부상은 다양한 연령대의 투수들에게 자주 발생하는 부상이다[2]. 특히 투구 동작 중 가속기(acceleration), 감속기(deceleration)에서 발생하는 외반력(valgus force)과 신전력(extensir strength)이 팔꿈치관절의 손상을 유발하는 원인이 될 수 있다[7-9]. 가속기에 팔꿈치관절에서 최대 내측 외반력이 발생되고 이후 팔꿈치관절을 빠르게 신전시키고자 할 때 신전 속도에 비례하는 큰 전단력이 작용하고, 감속기에서는 감속이 제대로 이루어지지 않게 되면 팔꿈치관절의 과신전 손상이 발생된다[7-9]. 이 중에서 성장기 야구선수들에게는 팔꿈치관절의 방사선학적 이상소견이 74%정도 관찰되었고, 이상소견의 대부분은 내측상과골단(medial epicondyle)에서 많이 출현한다고 하였으며[10]. 소년기 야구선수들 중에서 비투수군과 투수군을 비교하여 볼 때, 팔꿈치관절의 동통, 굴곡구축의 증상이 더 나타난다고 하였고[11], 고등학교 야구 투수들의 58%가 팔꿈치 안쪽 통증을 경험한다고 보고하였다[12]. 야구 투수들의 팔꿈치 안쪽 통증을 대부분 염좌나 팔꿈치 안

쪽 결인대(ulnar collateral ligament, UCL)의 파열 등이 원인이 되고[12]. 투수들에게서 발생하는 상해의 종류로는 근육, 인대의 상해가 대표적이며, 인대 손상이 33.33%로 높게 나타난다고 한다[6].

팔꿈치 안쪽 결인대 손상은 투구 유형, 투구 수, 경기 횟수 등에 의한 팔꿈치 자체의 병적 상태 및 부하 외에 여러 신체 분절과 그에 따른 다양한 원인이 밀접한 연관성을 갖는다[13]. 투구 시 저하된 체구력, 감소된 구속, 관절의 통증 등은 관절의 불안정성과 근육의 불균형이 원인이 되어 유발될 수 있는 문제들이며[14], 특히 투구 시에 발휘되는 근력은 단축 (concentric)과 신축 (eccentric)을 하는 두 가지 근육의 조화를 통하여 발휘되는데[15] 이 근력의 발휘의 정도가 경기력을 결정하는데 중요한 역할을 한다고 보고하고 있다[16]. 또한 한 관절을 움직일 때 작용하는 두 가지 근육군의 근력 차이가 클수록 상대적으로 약한 근육에서 부상이 발생할 수 있다고 한다[17]. 이처럼 팔꿈치 안쪽 결인대 손상 및 통증을 호소하는 투수들에게 근육의 불균형은 근력 발휘시에 중요한 영향을 미친다.

하지만 기존 연구로는 팔꿈치 안쪽 결인대 손상군과 비손상군의 어깨돌림근의 상대적 근력 차이[18]와 팔꿈치 손상 팔과 손상되지 않은 팔의 근력 차[19]를 보고한 연구가 있다. 그리고 팔꿈치관절 내측부 통증과 안정성에 손목근력의 중요성을 제시한 연구[20] 뿐이다. 그래서 팔꿈치 안쪽 결인대 손상 투수들의 근력에 대한 불균형에 관한 기존 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 주니어(초,중,고등학생) 투수선수들을 대상으로 팔꿈치 안쪽 결인대 통증을 호소하는 통증군과 정상군의 어깨관절, 팔꿈치관절, 손목관절과 같은 상지관절에서 팔꿈치 손상을 많이 발생시키는 투구 동작 구간(감속기~가속기)의 팔 움직임과 관련된 대표적인 근육들의 최대 수의적 등척성 수축력의 차이를 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 초,중,고등학교 야구부 내에서 투수 선수 대상으로 실시하였다. 연구 대상자 선정 기준으로는 본 연구에 영향을 주는 약물을 복용하지 않은 자, 또한 팔꿈

치 안쪽 결인대 이외의 다른 근골격계 질환의 증상을 호소하는 투수는 이 실험에서 제외하여 총 36명의 투수와 실험에 참가하였다. 실험참가자들에게 본 연구의 목적을 충분히 설명하고 동의를 구하였다. 평소 팔꿈치 안쪽 결인대 부위의 부상경력이 있거나 불편감 및 통증을 호소하고, 팔꿈치 박금이 스트레스 테스트(valgus stress test)를 통해 통증이 있는 투수 18명을 통증군(Injury group(IG))으로 팔꿈치 안쪽 결인대 부위의 부상경력이나 통증이 없고 동일한 테스트를 통해 통증이 없는 투수 18명을 정상군(Normal group (NG))으로 나눴다. 대상자들의 일반적 특성은 <Table 1>과 같으며, 동질성 검정을 통해 두 군은 유사한 일반적 특성을 가진 것으로 나타났다.

2.2 연구설계 및 절차

실험기간은 2주간으로 모든 대상자들이 실험에 관련된 동의서 작성과 측정을 실시하였다. 모든 대상자들에게 실험을 실시하기 전에 실험의 목적을 설명하고 동의를 얻었으며, 실험 측정 시 주의해야 될 사항들을 충분히 전달한 후에 최대 수의적 등척성 수축력을 측정하였다.

최대 수의적 등척성 수축력은 근력측정기(K-DFX)는 고정 틀에 고정시킨 후에 측정하였다. 어깨관절에서는 안쪽돌림근 (Pectoralis major)과 바깥돌림근 (Infraspinatus), 팔꿈치관절에서는 팔꿈굽힘근 (Biceps brachii)과 팔꿈펴기근 (Triceps brachii), 손목관절에서는

손목굽힘근 (Flexor carpi radialis), 손목펴기근 (Extensor carpi radialis)의 최대 수의적 등척성 수축력을 측정하였고, 측정을 위한 자세 및 동작은 <Table 2>와 같다.

5초 동안 최대 수의적 등척성 수축 동작을 실시한 후 30초 휴식을 1세트로 하여 총 3세트를 반복 측정하여 얻은 최대 수의적 등척성 수축력의 평균값을 수집하였고, 각 관절의 두 근육들의 근력 차를 계산하였다.

2.3 자료처리

본 연구의 수집된 자료들은 SPSS version 18.0을 이용하여 통계분석을 실시하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 동질성 검정을 위해 independent t-test를 실시하였고, 두 그룹의 최대 등척성 수축력의 차이를 비교하기 위해서 kologorov-smirnov 검정을 통해 정규성을 가정하여 independent t-test를 실시하였다. 모든 통계분석에서 유의성을 검정하기 위하여 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 각 그룹에 근육별 최대수축력

모든 근육의 최대수축력을 그룹간 비교를 하여 바깥돌림근($t=4.945, p=0.035$), 팔꿈굽힘근($t=6.248, p=0.031$), 팔꿈펴기근($t=4.491, p=0.041$), 손목펴기근 ($t=-0.439, p=0.047$)으로 그룹간에 유의한 차이를 보였다 <Table 3>.

Table 1. Subject Characteristics

Variables	IG (n = 18)	NG (n = 18)	t
Age (years)	16.56 ± 1.65	16.39 ± 1.50	0.317
Height (cm)	177.31 ± 4.24	176.81 ± 4.31	0.351
Weight (kg)	73.95 ± 4.49	73.61 ± 4.05	0.238

Mean ± SD, IG; injury group, NG; normal group

Table 2. Position and Motion for Measuring Maximal Isometric Strength

Muscles	Position	Motion
Pectoralis major	Set degree of elbow at 90° and back side of hand toward interior	Intorsion of shoulder
Infraspinatus	Set degree of elbow at 90° and back side of hand toward exterior	Extorsion of shoulder
Elbow Extensor	Set degree of elbow at 90°	Elbow extension
Elbow Flexor	Lay down and set shoulder at 90°	Elbow flexion
Extensor Carpi Radialis	Set degree of elbow at 90° and palm toward bottom	Carpi Extension
Flexor Carpi Radialis	Set degree of elbow at 90° and palm toward top	Carpi Flexion

Table 3. Maximal Isometric strength for 6 muscles in each group

Muscles	IG (n = 18)	NG (n = 18)	t	p
Pectoralis Major (N)	17.672 ± 6.080	19.540 ± 5.919	0.949	0.703
Infraspinatus (N)	10.150 ± 3.394	19.466 ± 5.969	4.945	0.035
Biceps Brachii (N)	16.856 ± 4.345	20.702 ± 3.857	6.248	0.031
Triceps Brachii (N)	12.158 ± 3.933	17.959 ± 5.267	4.491	0.041
Flexor Carpi Radialis (N)	8.833 ± 3.810	9.613 ± 3.144	0.670	0.211
Extensor Carpi Radialis (N)	15.902 ± 1.990	17.535 ± 2.389	- 0.439	0.047

Mean ± SD, IG; injury group, NG; normal group

3.2 어깨관절의 안쪽돌림근과 바깥돌림근의 최대등척성수축력 차이 비교

어깨관절의 안쪽돌림근과 바깥돌림근의 최대등척성 수축력의 차는 통증군에서는 7.522± 4.369N, 정상군에서는 4.074±4.665N이다. 두 그룹간의 평균차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=2.859, p=0.008$)<Figure 1>.

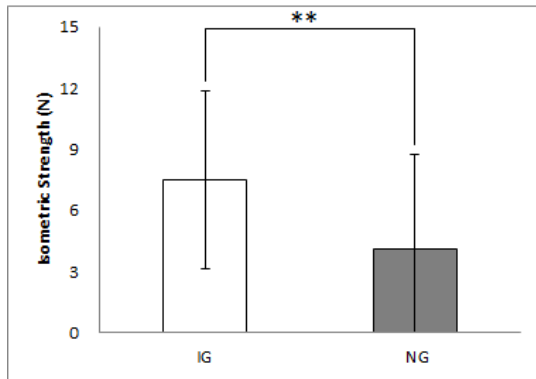


Fig. 1. Differences of Maximal Isometric Strength between pectoralis major and infraspinatus muscles in shoulder

3.3 팔꿈치관절의 굽힘근과 펴근의 최대등척성 수축력 차이 비교

팔꿈치관절의 굽힘근과 펴근의 최대등척성 수축력의 차는 통증군에서는 4.698±2.135N, 정상군에서는 2.743±1.211N이다. 두 그룹간의 평균차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t= 3.381, p=0.002$)<Figure 2>.

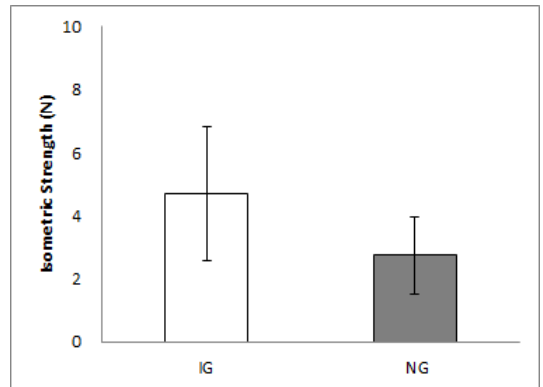


Fig. 2. Differences of Maximal Isometric Strength between biceps brachii and triceps brachii

3.4 손목관절의 굽힘근과 펴근의 최대등척성 수축력 차이 비교

손목관절의 굽힘근과 펴근의 최대등척성 수축력의 차는 통증군에서는 8.702±3.924N, 정상군에서는 6.289±2.290N이다. 두 그룹간의 평균차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=2.253, p=0.032$) <Figure 3>.

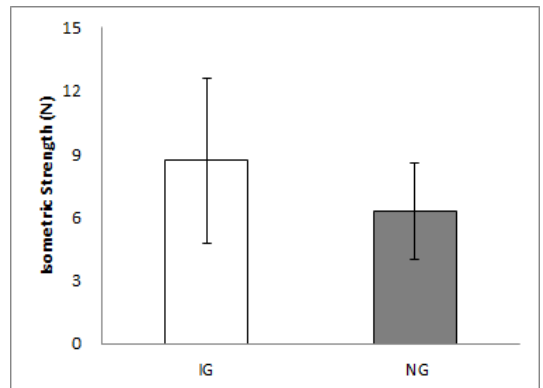


Fig. 3. Differences of Maximal Isometric Strength between extensor and flexor carpi

4. 논의

본 연구는 주니어 투수 선수들 중에서 팔꿈치 안쪽 결인대 통증을 호소하는 통증군과 정상군을 대상으로 팔꿈치 손상의 발생률이 높은 투구 동작 구간(감속기~가속기)에서 많이 발생하는 어깨관절의 내측과 바깥돌림근, 팔꿈관절의 굽힘, 폼근, 손목관절굽힘근과, 폼근의 최대 등척성수축력과 근육간에 차이를 알아보았다.

본 연구에서 이용한 등척성 수축력의 차이는 어깨바깥돌림근과 어깨안쪽돌림근의 상대적 근력 비율과 상대적 근력 차이를 통해 팔꿈치 안쪽 결인대 손상에 미치는 영향을 알아본 연구에서 활용한 방법을 토대로 실시하였다[18]. 또한 흔히 등속성 수축을 사용하여 근력을 평가하는 것에 비해 본 연구에서는 등척성 수축을 통해 발생하는 근력을 평가하였는데, 이는 등속성, 등척성 근력 평가의 연관성을 알아본 연구[20-22]에서 두 측정 평가도구를 사용한 결과 유사한 결과를 얻어 등속성 근력평가와 등척성 근력 평가의 연관성이 입증되었기 때문에 손쉽게 사용할 수 있는 최대 등척성 근력 평가를 사용하게 되었다.

본 연구에서 최대 등척성 근력에서 통증군의 어깨바깥돌림근, 팔꿈굽힘근, 팔꿈 폼근이 정상군 비하여 통계적으로 유의하게 낮고 그리고 반대로 통증군의 손목관절 폼근이 통계적으로 유의하게 높은 것은 팔꿈치 손상으로 인하여 어깨근육과 팔근육에 근력이 약화된 상태에서 강하게 볼을 던지기 위하여 손목을 과다하게 사용한 결과로 사료된다.

이로 인하여 본 연구의 결과는 어깨, 팔꿈치, 손목의 근육간에서 통증군의 근력의 차이가 정상군 보다 더 많다고 제시되었다. 기존연구에서 팔꿈치 안쪽 결인대 손상군과 비손상군의 어깨돌림근의 상대적 근력차이를 비교하였는데 손상군의 어깨바깥돌림근과 어깨 안쪽돌림근의 근력차이가 더 크게 나타났다[18]. 또한 팔꿈치 손상을 가진 야구선수들의 등속성 근력의 비율을 알아본 연구에서는 팔꿈관절의 폼근인 위팔 세갈래근의 수축에 대한 팔꿈관절의 굽힘근인 위팔 두갈래근의 비율이 높게 되면 팔꿈치 손상이 발생된다고 보고하였으며[23], 야구의 투구 동작 시 감속 구간에서 위팔 세갈래근의 과도한 수축력은 팔꿈관절의 손상을 일으킨다고 한다[7-9]. 투구 동작 구간 중 가속 구간에서 팔꿈치 안쪽 결인대의 손상이 있는 선수와 손상이 없는 선수들을 비교해 본 결

과 손목관절 굽힘근과 폼근의 근활성도 차이가 나타났다고 한다[24].

본 연구의 결과에서도 위의 선행연구에서 제시한 바와 같이 유사하게 정상군보다 통증군에서 어깨관절 안쪽 돌림근과 바깥돌림근의 최대등척성수축력의 차이, 팔꿈관절에서의 팔꿈관절 굽힘근과 폼근의 최대등척성수축력의 차이, 손목관절에서도 손목관절 손목굽힘근과 손목 폼근의 최대등척성수축력의 차이가 더 크게 나타났다.

팔꿈치 안쪽 결인대의 주해방향과 일치되거나 근접해 있는 근육은 팔꿈관절의 안정성에 기여하는 매우 중요한 구조물이다[18]. 손목의 굴곡력, 신전력, 악력은 팔꿈관절의 안정성에 기여하는 근육으로써, 팔꿈치 안쪽 결인대 재건술 후 재활 운동 시에 매우 중요하게 여겨진다[25]. 그리고 투구 동작에서 후기 거상기에서 가속기 구간은 최대 바깥돌림한 후에 안쪽돌림하는 힘이 발생하는 구간으로 이 시기에 팔꿈치 안쪽 결인대에 많은 부하가 발생되기 때문에 팔꿈치 안쪽 결인대의 안정성은 어깨 회전 힘과 깊은 관련성이 있다[18]. 이는 가속 구간 때에 어깨안쪽돌림근(큰가슴근, 큰원근, 넓은등근)의 동심수축과 함께 안쪽돌림의 감속을 위한 바깥돌림근(가시아래근, 작은 원근)의 편심수축이 함께 일어나게 되고[26], 이러한 어깨돌림근에 의해 어깨 뿐만 아니라 인접해 있는 팔꿈관절의 안정성과 운동성도 제공할 수 있다[18]. 즉, 어깨안쪽돌림근과 바깥돌림근의 근력의 불균형은 팔꿈치 안쪽의 외반장력을 증가시켜 팔꿈치 안쪽 손상을 유발 시킬 수 있는 확률이 높을 것으로 생각된다.

본 연구에서 통증군은 valgus test를 통해 팔꿈치 안쪽 결인대에 통증을 호소하는 투수들을 배치하였는데, 이는 팔꿈치 주변의 근육들의 불균형이 발생된 상태에서 반복적인 투구동작으로 인해 팔꿈치의 외반력의 증가로 인해 안정성의 감소와 함께 통증이 유발된 것으로 사료된다.

근육이 불균형이 발생되면 올바른 자세를 유지할 수 없을 뿐만 아니라 관절운동학 측면에서 운동의 역기능과 병리현상을 유발시킬 수 있다고 했으며[27], 서로 길항 작용을 하는 근육들 간의 근력차이가 크게 발생될수록 상대적으로 약한 근력을 가진 근육에서 부상이 발생할 수 있는 위험율이 높아진다고 한다[28].

선행연구에서 이지환[18]의 연구를 보면 어깨 돌림근 근력 차이는 손상군이 63.9N 비손상군이 37N이어서 손상이 유의하게 차이가 많았고, Garrison et al.[19]에서

팔꿈치 손상팔과 다치지 않은 팔을 비교하여서 팔꿈치 내전과 외전에서 손상된 팔의 근력이 손상이 되지 않은 팔에 비하여 통계적으로 유의하게 약하였다. 이러한 선행연구 결과는 본 연구 결과와 유사함을 보기를 있다. 이러한 결과가 의미하는 바는 근수축력의 차이의 줄임은 부상의 위험을 예방할 수 요인이 될 수 있을 것이며, 근력차이 불균형적인 문제를 제거함으로써 부상을 회복할 수 있는 요인도 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 팔꿈치 안쪽 결인대 통증을 호소하는 투수 선수들을 대상으로 상지 근육의 근력 차를 본 연구들이 많지 않아 본 연구의 결과를 직접적으로 비교하여 설명할 선행연구들이 많지 않았다는 점이다. 그리고 주니어 선수들을 대상으로 하였기 때문에 본 연구의 결과를 프로 선수들을 포함한 야구선수 전체를 대상으로 확대해석하기에는 어려운 점이 있다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 주니어(초,중,고등학생) 투수선수들 중에서 팔꿈치 안쪽 결인대 통증을 호소하는 통증군과 정상군의 상지근육들의 근력 차이를 알아보고자 하였다. 연구 결과 IG의 바깥돌림근, 팔꿈굽힘근, 팔꿈펴근이 근력이 NG에 비하여 약하였고, 반대로 손목펴근의 근력은 IG가 높았다. 또한 어깨 안쪽돌림근과 바깥돌림근의 근수축력의 차, 팔꿈 굽힘근과 폼근의 근수축력의 차, 손목 굽힘근과 폼근의 근수축력의 차는 정상군보다 통증군에서 큰 수축력의 차이를 보였다. 따라서 본 연구의 결과는 팔꿈치 안쪽 결인대를 유발할 수 있는 원인 중에 하나로서 부상 예방을 위한 훈련 시에 참고할 수 있을 것이며, 이러한 근력의 차이를 훈련 프로그램에 적용하여 근육간의 불균형을 해소함으로써 선수 재활에 이용하여 보다 좋은 훈련 프로그램을 설계할 수 있을 것이며, 재활 프로그램 연구의 기초자료로서 활용되어 보다 긍정적인 효과에 관한 연구할 수 있는 바탕이 되기를 기대한다.

References

- [1] Wonhwan Bae. study of biomechanical factors affecting the ball velocity and the ball control during overarm pitch in baseball. Doctoral Dissertation Kyungpook National University, 1993.
- [2] Dongjun Lim. Kinematic Characteristics of the upper limb segment of College baseball pitchers pitching a fast ball and curve ball. Master Thesis Konkuk University, 2013.
- [3] Hoshikawa, T., and S. Toyoshima. "Contribution of body segments to ball velocity during throwing with non-preferred hand," *Biomechanics VB*, pp. 109-117, 1976
- [4] Son Hyun-soo. three-dimensional kinematic analysis of the upper body during the straight-ball pitches. Master Thesis Yonsei University, 2001.
- [5] Dun, Shouchen, et al. "Biomechanical comparison of the fastball from wind-up and the fastball from stretch in professional baseball pitchers," *The American journal of sports medicine*, vol. 36, no. 1, pp. 137-141, 2008.
- [6] Jungsu Yoon. A Study on Sport Injuries of the Baseball Player's Position. Master Thesis KookKmin University, 2005.
- [7] Andrews, J. R. "Bony injuries about the elbow in the throwing athlete," *Instructional course lectures*, vol. 34, pp. 323-331. 1984.
- [8] Indelicato, Peter A., et al. "Correctable elbow lesions in professional baseball players: a review of 25 cases," *The American journal of sports medicine*, vol. 7, no. 1, pp. 72-75, 1975. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/036354657900700114>
- [9] Tullos, Hugh S., Joe W. King. "Lesions of the pitching arm in adolescents," *JAMA*, vol. 22, no. 2, pp. 264-271. 1972. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.220.2.264>
- [10] Churlhong Chun, "A radiological study of the elbow in young baseball players. Master Thesis Chonnam National University, 1987.
- [11] Kwang Hoe Kim, Il Yong Choi, Chul Soo Sung. A Clinical Study of Baseball Player's Elbow in Adolescents. *The Journal of the Korean orthopaedic association*, vol. 17, no. 3, pp. 447-452, 1982.
- [12] Dun, Shouchen, et al. "A biomechanical comparison of youth baseball pitches is the curveball potentially harmful?," *The American journal of sports medicine*, vol. 36, no. 4, pp. 686-692. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0363546507310074>
- [13] Lyman, Stephen, et al. "Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers," *The American journal of sports medicine*, vol. 30, no. 4, pp. 463-468, 2002.
- [14] Jewoon Lee. "The strength characteristics of internal and external rotator muscles in high school baseball players. Master Thesis Chungnam National University, 1994.
- [15] Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. The kinetic chain in overhand pitching: its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*, vol. 2, no. 2, pp. 135-146, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1941738110362656>
- [16] Yun Young Kim, Sung Won Youn. Relationship of each Body Segment Isokinetic Strength and Throwing Speed in Softball Pitchers. *Korean journal of sport science*, vol. 17, no. 3, pp. 147-155, 2006.

- [17] Park, Ju-Yong. The Study about Cause of Sports Injury For each position of baseball Community. Master Thesis Mokpo National University, 2012.
- [18] Lee Ji-Hwan. The Effects of Difference in Relative Muscular Strength of Shoulder Rotators on Elbow Ulnar Collateral Ligament Injury in Baseball Pitchers. Master Thesis Yong In University, 2013.
- [19] Garrison JC, Johnston C, Conway JE. Baseball Players with Ulnar Collateral Ligament Tears Demonstrate Decreased Rotator Cuff Strength Compared to Healthy Controls. *Int J Sports Phys Ther*, vol. 10, no. 4, pp. 476-81, 2015.
- [20] Yonghwan Han. The effects of wrist muscular strength on pain and stability of mediale elbow joint domestic amateur baseball players. Master Thesis Kookmin University, 2010.
- [21] Lord, Janet P., et al. "Isometric and isokinetic measurement of hamstring and quadriceps strength," *Arch. Phys. Med. Rehabil*, vol. 73, no. 4, pp. 324-330, 1992.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993\(92\)90004-G](http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993(92)90004-G)
- [22] Folland, Jonathan P., et al. "Strength training: Isometric training at a range of joint angles versus dynamic training," *Journal of sports sciences*, vol. 23, no. 8, pp. 817-824, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02640410400021783>
- [23] Lin, Yin-Chou, et al. "Functional isokinetic strength ratios in baseball players with injured elbows," *Journal of sport rehabilitation*, vol. 19, no. 1, pp. 21-29. 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.19.1.21>
- [24] Glousman, Ronald E., et al. "An electromyographic analysis of the elbow in normal and injured pitchers with medial collateral ligament insufficiency," *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 20, no. 3, pp. 311-317, 1992.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/036354659202000313>
- [25] Lim Seung-Ki. Effects of rehabilitation exercise after ulnar collateral ligament reconstruction in baseball players. doctoral dissertation chung ang university, 2006.
- [26] Glousman, Ronald. "Electromyographic analysis and its role in the athletic shoulder," *Clinical orthopaedics and related research*, vol. 288, pp. 27-34. 1993.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00003086-199303000-00004>
- [27] Bae, Sung-Soo, Kim, Byung-Jo ,Lee, Keun-Heui. A Study of Muscle Imbalance of Head, Cervical and Shoulder Region. *The journal of Korean society of physical therapy*, vol. 13, pp. 769-776, 2001.
- [28] Jong Ha Lee. Sports injury and rehabilitation. *Journal of coaching development*, vol. 24, no. 2, pp. 108-116. 2008.

장 세 홍(Se-Hong Jang)

[정회원]



- 2007년 2월 : 전남대학교 일반대학원 체육학과 (체육학석사)
- 2012년 2월 : 전남대학교 일반대학원 체육학과 (체육학박사과정 수료)
- 1997년 1월 ~ 현재 : 기아 타이거즈 트레이너 차장

<관심분야>

운동생리학, 운동처방, 운동재활

김 동 희(Dong-Hee Kim)

[정회원]



- 1982년 2월 : 전남대학교 일반대학원 체육학과 (체육학석사)
- 1993년 2월 : 고려대학교 일반대학원 체육학과 (체육학박사)
- 1983년 5월 ~ 현재 : 전남대학교 사범대학 체육교육학과 교수

<관심분야>

운동생리학, 운동영양학, 운동처방